

Abb. 1. Übersicht Bauabschnitt U2/2

Wien – U-Bahn-Bauabschnitt U2/2 Taborstraße

Neue Wege der Steuerung und Datenübertragung von Grundwasserabsenkungen

Das gegenwärtig größte Grundwasserabsenkungsprojekt in Europa wird in Wien realisiert. Auf einer Länge von 1,4 km muss das Grundwasser um ca. 18 m kontrolliert abgesenkt werden. Erstmals kommt daher ein vollelektronisches System mit lückenloser Datenaufzeichnung und automatischer Störmeldelogistik zum Einsatz.

■ BAUAUSFÜHRUNG

Im Juni 2003 wurde die Arge U2/2 (Östu-Stettin, Wayss & Freytag, Hinteregger & Söhne) unter der Technischen Geschäftsführung der Östu-Stettin Hoch- und Tiefbau GmbH von der Wiener Linien GmbH mit den Roh- und Tunnelbauarbeiten des zwischen Donaukanal und Praterstern liegenden Kernstückes der U2-Verlängerung beauftragt. Im dicht bebauten Stadtgebiet sind insgesamt 97 Häuser zu unterqueren.

Aus diesem Grund wird der gesamte Tunnel bis auf den Stationsbereich unterirdisch (Tiefe der Gleisachsen ca. 20 m unter Gelände) nach den Grundsätzen der Neuen Österreichischen Tunnelbaumethode (NÖT) aufgeföhren.

Eine besondere Herausforderung stellen dabei die Grundwasserverhältnisse im 2. Wiener Bezirk, der zwischen Donau und Donaukanal eingebettet ist, dar. Um die Tunnelröhren im Trockenen aufzuföhren zu können, ist eine großräumige

Abb. 2: SW-Herstellung Schacht Taborstraße



Das Wiener U-Bahnnetz erweitert sich durch die Verlängerung der Linie U2 wesentlich und verbindet nach der Fertigstellung das enorm wachsende Stadtentwicklungsgebiet in Aspern jenseits der Donau mit der City. Die 2008 in Österreich stattfindende Fußball-Europameisterschaft verlangt von den ausführenden Firmen besondere Termintreue, da die bis dahin fertigzustellende U2-Teilverlängerung als Hauptzubringer dienen soll.

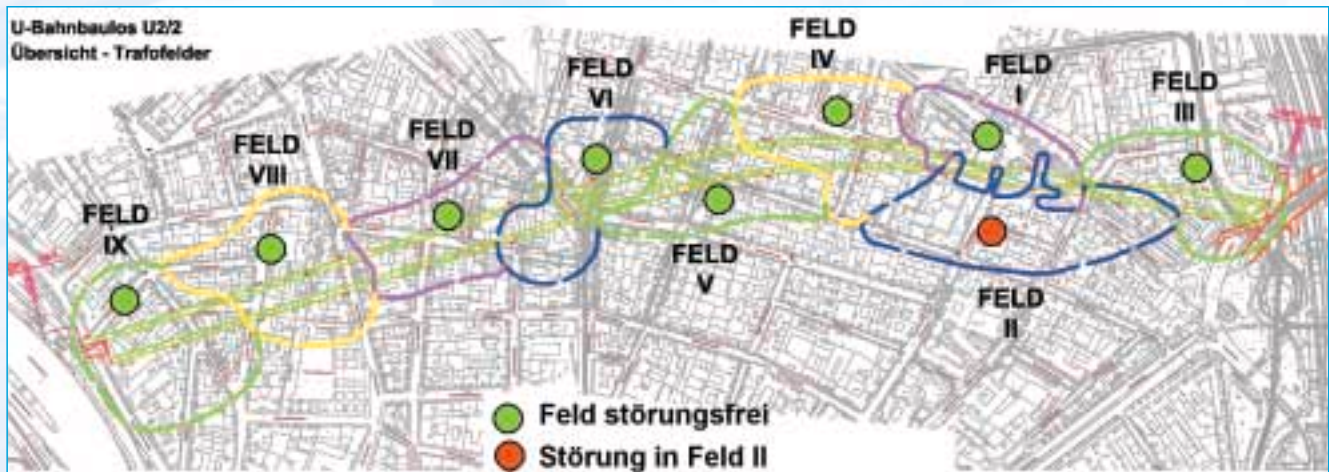


Abb. 3: Pumpenfeldeinteilung

Grundwasserabsenkung über die gesamte Projektdauer erforderlich.

Hierfür wurden im Rahmen einer umfangreichen Umweltverträglichkeitsprüfung ca. 270 Rohrbrunnen mit Tiefen von ca. 40 m definiert, welche von der Straße oder von den Höfen der Häuser aus gebohrt werden.

Durch die Bestückung mit Tauchmotorpumpen, die eine prognostizierte Gesamtförderleistung von 800 bis 1.000 l/s haben, soll das Grundwasser auf ein Niveau von ca. 18 m unterhalb des bestehenden Grundwasserspiegels entlang der gesamten Trasse abgesenkt werden.

Das zutage geförderte Wasser wird in einem flach verlegten etwa 5 km langen vernetzten Rohrleitungssystem gesammelt und in den nahe gelegenen Donaukanal geleitet.

■ GEFAHREN DURCH DIE VORHERRSCHENDE GEOLOGIE

Vor Baubeginn durchgeführte Feldversuche haben ergeben, dass bei Ausfall nur eines Brunnens der abgesenkte Wasserspiegel auf Grund der herrschenden Bodenverhältnisse innerhalb von nur 15 Minuten um 1,5 m steigen würde, bei Ausfall eines Brunnenfeldes (ca. 30 Brunnen) in 25 Minuten sogar um 6 m.

Ein solches Ereignis kann für den Tunnelvortrieb unter atmosphärischen Bedingungen katastrophale Folgen haben, da der tertiäre Sand durch die rasche Wassersättigung vom Zustand der Standfestigkeit in den des Fließzustandes

überwechselt. Dies bedeutet, dass bei einem Wasseranstieg über die Tunnelaushubsohle hinaus, der an der Ortsbrust anstehende Feinsand innerhalb kürzester Zeit in den geöffneten Hohlraum fließen würde.

Auf Grund der damit verbundenen Gefahren für die Vortriebsmannschaft sowie die oberirdische Bebauung war es notwendig, von der konventionellen Brunnenüberwachung durch Pumpenwarte abzugehen und ein neues innovatives elektronisches System bereits in der Arbeitsvorbereitungsphase zu entwickeln.

■ INNOVATIVE WEGE ZUR STEUERUNG UND DATENÜBERTRAGUNG VON GW-ABSENKUNGSANLAGEN

Ziel war es, ständig einen optimalen Überblick über das gesamte Absenkungssystem von einer zentralen Stelle aus (Arge-Baubüro) zu bekommen, fehlende

Förderleistung bei Ausfall einzelner Brunnen automatisch durch benachbarte Brunnen kompensieren zu können und Störmeldungen an die verantwortlichen Techniker weiterzuleiten. Letztendlich sollte auch die riesige Datenmenge rationell verarbeitet und ausgewertet werden.

Die Wiener Firma Sonnek Engineering, ein bekanntes Unternehmen für schlüsselfertige Pumpensysteme, wurde mit der Lieferung und Inbetriebnahme des gesamten Steuerungssystems sowie der angeschlossenen Pumpen und Sensoren beauftragt.

Bei den Pumpen handelt es sich um Caprari-Tauchmotorpumpen mit Motorleistungen von 5,5 – 18,0 kW und Förderleistungen von 5 – 25 l/s. Die gesamte installierte Pumpenantriebsleistung beträgt im Vollausbau ca. 2.500 kW.

Die gebohrten Brunnen reichen bis in eine Tiefe von 40 m bei Durchmessern von 150 bis 400 mm. Auf Grund der unterschiedlichen Gegendrucke im 5 km

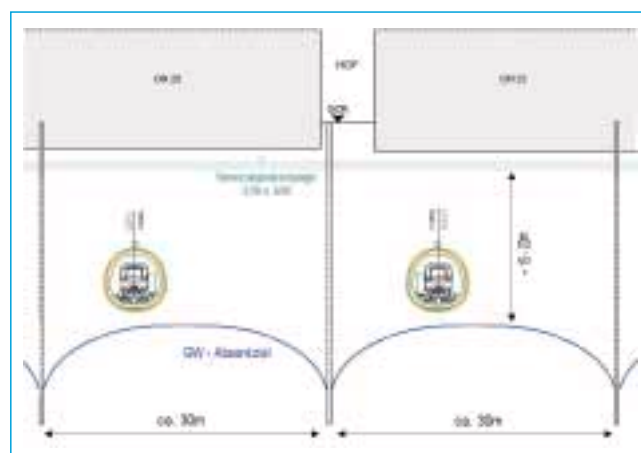


Abb. 4: Wirkungsweise der GW-Absenkung

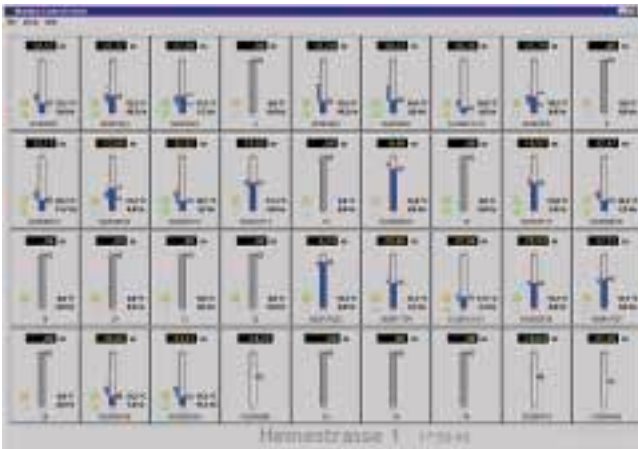


Abb. 5: Ebene 3, Gesamtübersicht

langen Sammelsystem mussten die Pumpenkennlinien auf wechselnde Gegen drücke von 6 – 12 bar optimiert werden. Die Pumpen sind durch den Sandgehalt und die hohe Schaltfrequenz starken Belastungen ausgesetzt und deshalb zur Überwachung mit einem Temperaturfühler im Motor ausgerüstet. Die Brunnen haben außerdem einen induktiven Durchflussmesser zur Erfassung der geförderten Wassermengen und einen Drucksensor zur exakten Niveaubestimmung des Betriebswasserspiegels im Brunnen.

Zusätzlich wurden entlang der Streckenröhren reine Pegelmessstellen instrumentiert und ebenfalls in das elektronische System integriert.

Damit wird der aktuelle Grundwasserstand laufend gemessen, parallel in die Zentrale übertragen und so der Erfolg der Grundwasserhaltung kontrolliert.

Kernstück der Anlage ist das Steuerungssystem, das in der Endausbaustufe (Herbst 2004) 270 Pumpen automatisch schaltet und die Daten von insgesamt

800 Sensoren verwaltet, visualisiert und daraus Steuerungsbefehle erarbeitet.

Das gesamte Baulos unterteilt sich in 9 Pumpenfelder mit jeweils 30 Pumpen. [s. Abb. 3]

Jedes Feld wird mit einem Schaltschrank ausgerüstet, der die konventionelle Energieversorgung, das elektronische Steuerungssystem sowie das Datenerfassungssystem für die angeschlossenen Pumpen enthält.

Ein „CAN-Bussystem“ verbindet über Steuerleitungen alle Förder- und Pegelbrunnen mit dem Schaltschrank. Die maximale Entfernung zu den Sensoren kann dabei bis zu 1.000 m betragen. Über Pumpenmodule mit integrierten „DAMs“ (Data Akquisition Module), die in Form kleiner Boxen in die „Brunnenstuben“ eingebaut sind, werden die Sensoren einfach an den „Bus“ angeschlossen.

Das wichtigste Teil der Steuerung ist die so genannte „BlueBox“ [s. Abb. 8], ein Erfassungs- und Steuerungscomputer, der Pumpenmodule sofort nach dem

Anschluss erkennt und mit der Datenaufzeichnung beginnt [s. Abb. 7].

So wird von der ersten Sekunde an eine lückenlose Erfassung aller Niveau-, Durchfluss-, Temperaturwerte und Schaltzeiten sichergestellt. Die lokale 30 GB Festplatte in der BlueBox zeichnet die Daten aller angeschlossenen Sensoren im Sekundentakt über die gesamte Projektdauer auf. Jede der 9 BlueBoxen ist über einen Lichtwellenleiter mit dem zentralen Auswertecomputer im Büro der Arge U2/2 verbunden. Auf diesem kann die Grundwasserhaltung des gesamten Bauloses über eine speziell erarbeitete Visualisierungssoftware kontrolliert, ausgewertet und gesteuert werden.

„Mit dieser Lösung lässt sich erstmals ein derart komplexes Pumpensystem bausteinartig zusammensetzen und vom „Wohnzimmer“ aus steuern“, erklärt Dipl. Ing. Wieseneder, Geschäftsführer von Sonnek Engineering.

DATENVISUALISIERUNG UND SICHERHEITS-KONZEPT

Die Visualisierung unterteilt sich in mehrere Ebenen, die sich vom Groben ins Detail entwickeln.

Ebene 1 der Visualisierung gibt einen Überblick aller Felder des Bauloses mit Hinweisen auf eventuell vorhandene Störungen [s. Abb. 3].

Ebene 2 zeigt in einer graphischen Darstellung alle 30 Brunnen eines Feldes mit Zustandsanzeigen über einen hinterlegten Lageplan zur raschen Lokalisierung der einzelnen Brunnen.

Ebene 3 bringt die Brunnen und Pegel eines Feldes in einer schematisierten Darstellung auf den Schirm und zeigt dabei alle Detailinformationen wie Durchflussleistung, Niveau, Temperatur, Einstellungswerte, Max- und Min-Werte in Echtzeit an [s. Abb. 5].

Ebene 4 erlaubt einen Einstieg in die graphische Kurvendarstellung jedes einzelnen Brunnens und die genaue Auswertung jedes beliebigen Zeitpunktes seit Projektbeginn. Damit können auch Zusammenhänge im Grundwasserniveau im Zusammenspiel unterschiedlicher Pum-



Abb. 6: Ebene 4, Gangliniendarstellung

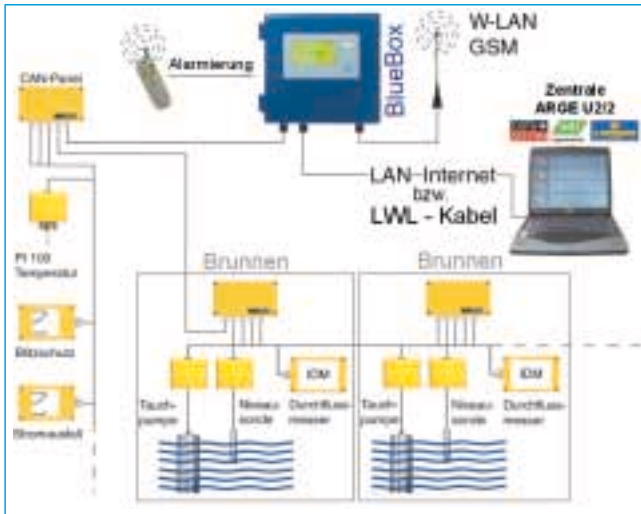


Abb. 7: Verbindungssystematik

oder über Telefon (mit entsprechender Software) direkt aus der BlueBox beziehungsweise auch über Internet abgefragt werden. Dadurch kann das System auch von externen Stellen ohne Anwesenheit eines Technikers vor Ort überwacht, gewartet oder mit Software-releases versehen werden.

PERSONALEINSPARUNG TROTZ STETIGEN ÜBERBLICKS

Die enormen Wassermengen – bei Vollbetrieb ist mit bis zu 90 Millionen Liter pro Tag zu rechnen –, die Vielzahl der Förderstellen sowie der enorme Zeitaufwand bei der Dokumentation und Auswertung der Daten würden einen hohen Personaleinsatz zur Folge haben.

So wären zum Beispiel für herkömmliche Systeme, bei denen jeder Brunnen mit einer unabhängig funktionierenden Tauchpumpe bestückt wird, mehrere rund um die Uhr einsatzbereite Pumpenwarte erforderlich.

Darüber hinaus bringt dieses neue System gegenüber konventionellen Lösungen einen wesentlich verbesserten Einblick in die tatsächlichen Grundwasserhältnisse.

Eingriffe in die Pumpensysteme zur Optimierung der Absenkleistung und des Energieverbrauches können damit bedeutend präziser geplant werden.

Das vorzeitige Erkennen von Zusammenhängen zwischen verschiedenen Brunnen und vor allem die sofortige Lokalisierung von Ausfällen entlang der 1,4 km langen Strecke verkürzen die Reaktionszeit für etwaige Maßnahmen enorm.

Der Schutz von Mensch und Gerätschaft untertage wird deutlich erhöht und drohende Gefahren durch den eventuellen Anstieg des Grundwassers in kürzester möglicher Zeit an die entsprechenden Stellen weiter gemeldet.

Der personelle Einsatz zur Überwachung des Systems sowie die Auswertung der Daten bis hin zu den Abrechnungsunterlagen für den Auftraggeber reduziert sich signifikant.

Dipl.-Ing. Georg Puntigam

pen schnell analysiert werden. [s. Abb. 6] Ein eigens entwickeltes Berichtmodul wertet die Daten der SQL-Datenbank entsprechend den ARGE-Anforderungen in einem Tages- und Monatsbericht aus. Damit werden alle relevanten Daten automatisch für die Abrechnung mit dem Bauherren ausgewertet. Ein mühsames Erfassen und händisches Übertragen der Tagesliterleistungen in eigene Listen entfällt damit vollständig.

Besonderes Gewicht fällt dem Störmelde- und Fernwirkssystem zu, das einen maßgeblichen Einfluss auf das gesamte Sicherheitskonzept ausübt.

Jede mögliche Störung wie Pumpen- oder Sensorausfall, Leitungsunterbrechung, unerwarteter Niveaustieg etc. wird von der BlueBox erfasst und entsprechend vordefinierter Dringlichkeitsstufen über direkt angeschlossene GSM-Module in Form von SMS-Nachrichten an die zuständigen Verantwortlichen weitergeleitet. Parallel dazu geht diese

Abb. 8: BlueBox



Information über eine Glasfaserleitung auch an die Zentrale, in der die Störung sofort in der Visualisierungssoftware angezeigt wird. Um auch für den Fall der Fälle, einem Ausfall der BlueBox, vorzubeugen, überwachen sich die Boxen gegenseitig, um dann bei einem Systemausfall sofort eine Störmeldung höchster Dringlichkeitsstufe auszusenden.

Einen der gefürchtetsten Störfälle stellt der Ausfall der Stromversorgung aus dem öffentlichen Versorgungsnetz dar. Für diesen Fall werden im aktuellen Vortriebsbereich entsprechend dimensionierte Notstromaggregate vorgehalten, welche bei einem Netzausfall automatisch anspringen, um die erforderliche Energielast aufzubringen.

Die BlueBox selbst ist durch eine eigene „USV-Anlage“ bis zu 2 Stunden von der Stromversorgung unabhängig und sendet bei Stromausfall sofort eine entsprechende Störmeldung.

Auch das Ansprechen des Blitzschutzsystems wird registriert, um den Schutz noch vor einem weiteren Blitzschlag wieder herzustellen.

Zusätzliche Sicherheit kommt durch die Vernetzung der Pumpen zu Gruppen, um den Ausfall einzelner Pumpen automatisch zu kompensieren. Bei Ausfall einer Pumpe oder übermäßigem Wasseranstieg in einem Brunnen verändern sich die Schalthniveaus von verknüpften Nachbarpumpen automatisch, um die Fördermenge zu erhöhen.

Alle Informationen können entweder vor Ort über einen Laptop aus der BlueBox abgerufen, über die Zentrale eingesehen